111988

5 7 8

ТУ–19–241–82

8

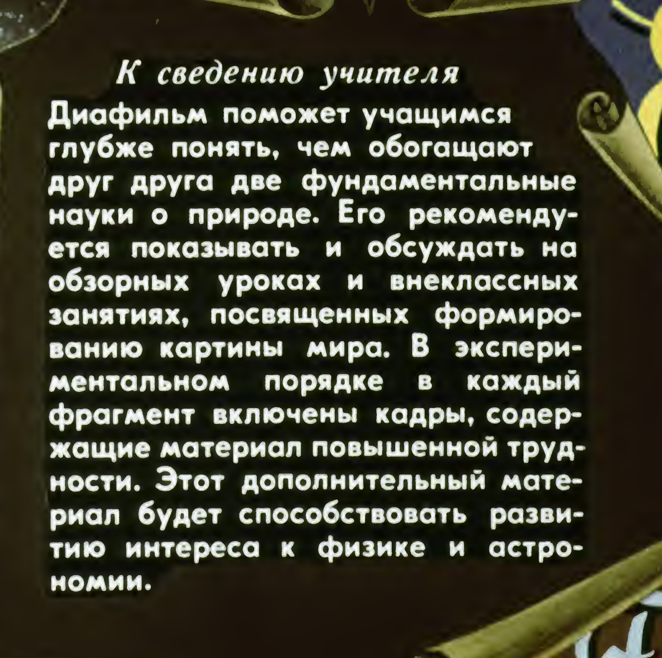
2


студия
ДИАФИЛЬМ

07—3—542

Взаимосвязь астрономии и физики





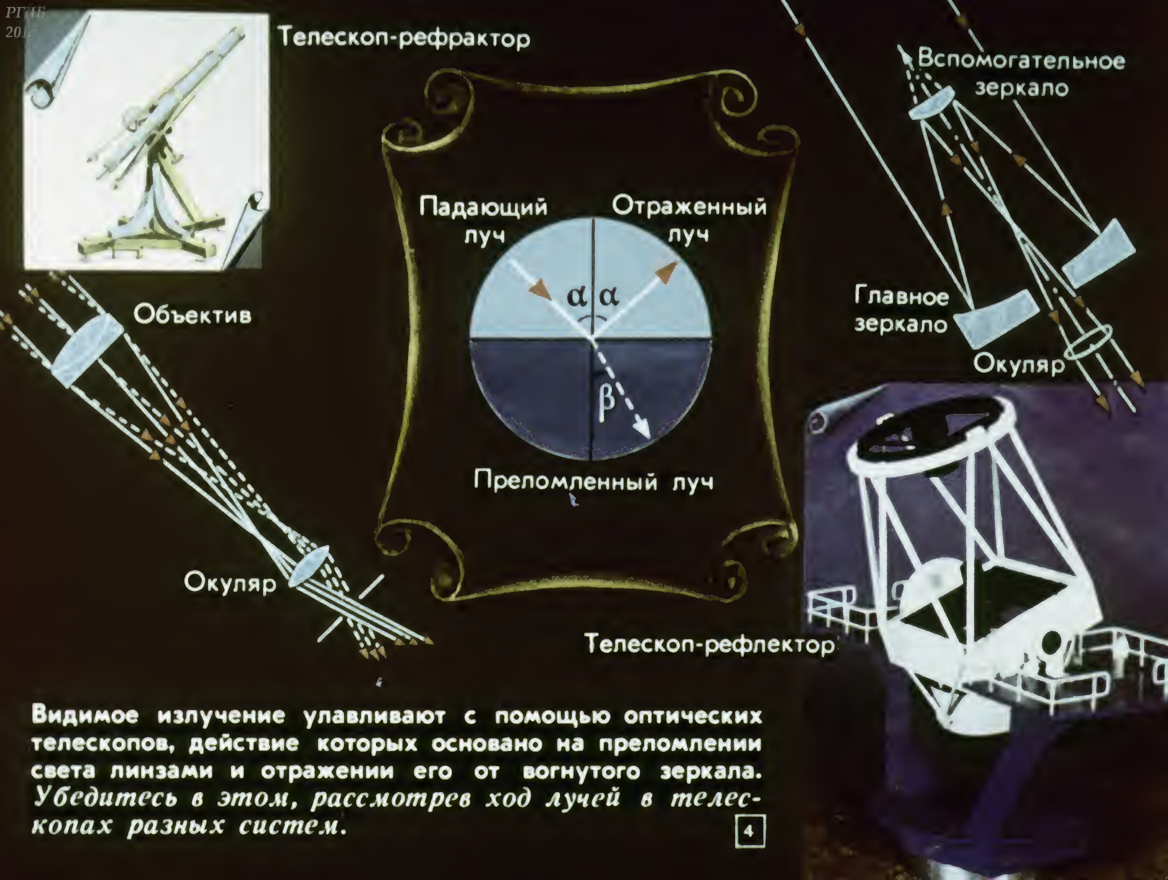
$$E = mc^2$$

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

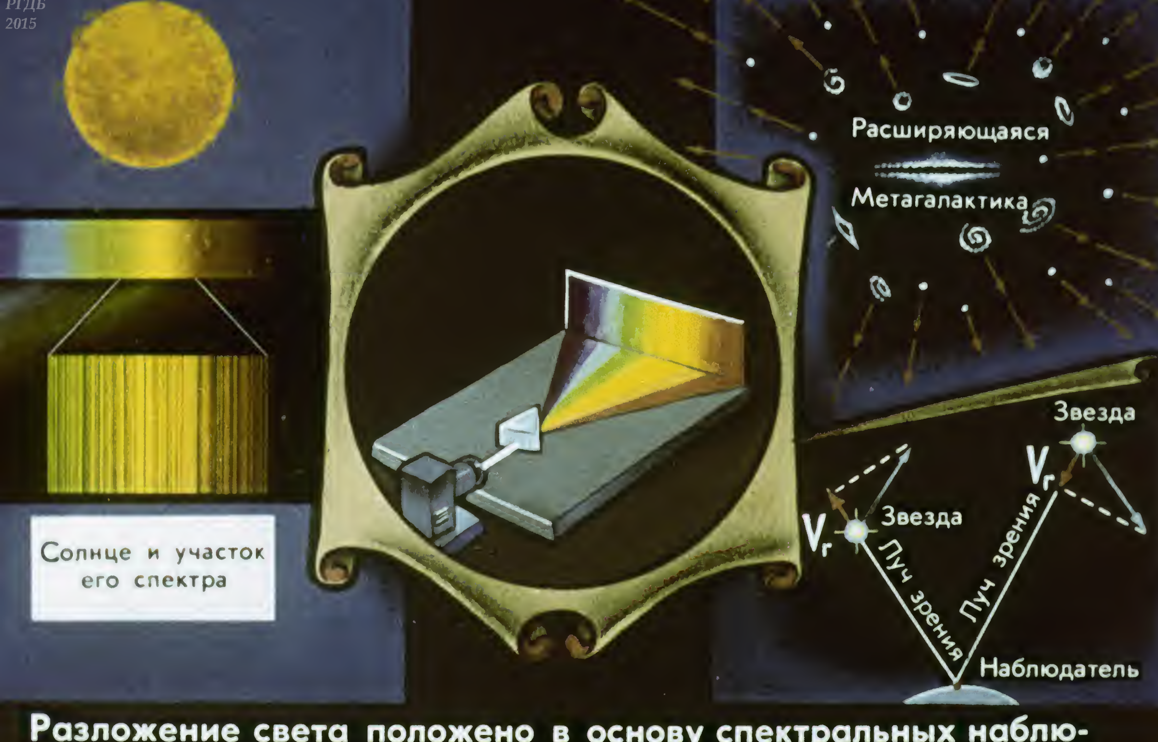
I. Чем физика обогащает астрономию



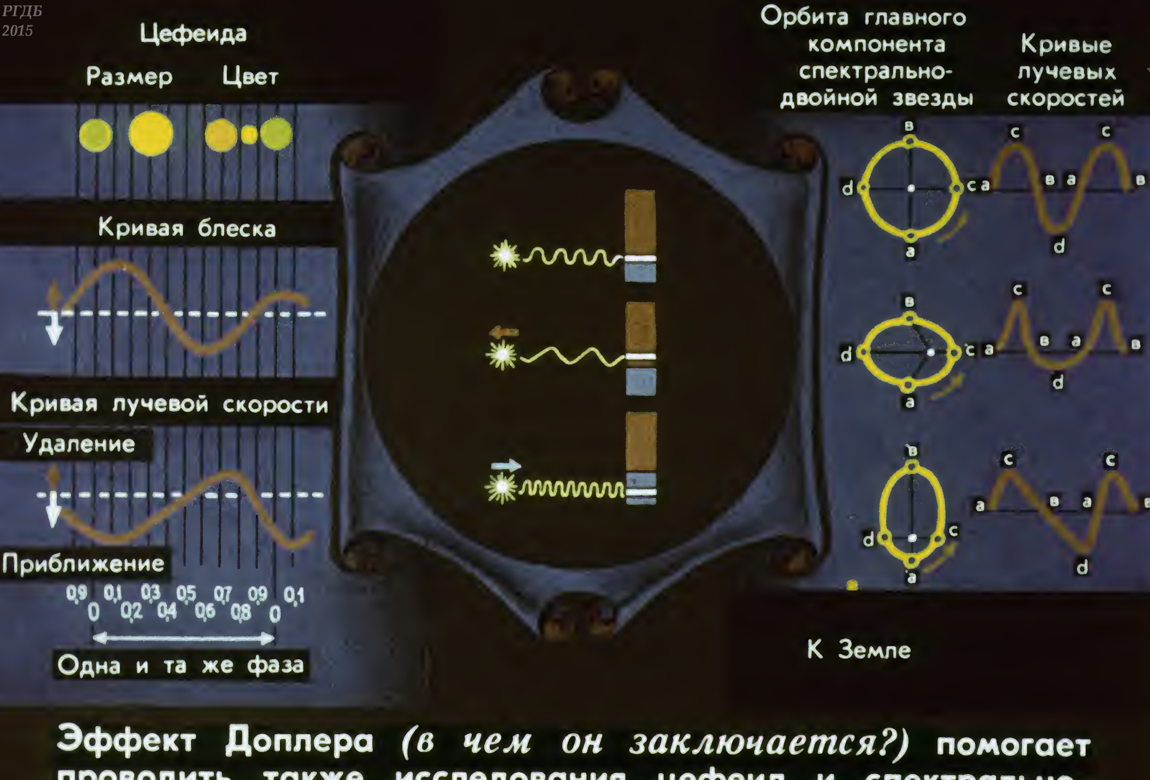
Информацию о небесных телах астрономы получают в результате анализа их излучения, проходящего сквозь «окна прозрачности» земной атмосферы. ***В каких диапазонах волн они находятся?***


Телескоп-рефрактор
Объектив
Окуляр
Падающий луч
Отраженный луч
α α
β
Преломленный луч
Вспомогательное зеркало
Главное зеркало
Окуляр
Телескоп-рефлектор
Видимое излучение улавливают с помощью оптических телескопов, действие которых основано на преломлении света линзами и отражении его от вогнутого зеркала. *Убедитесь в этом, рассмотрев ход лучей в телескопах разных систем.*
4

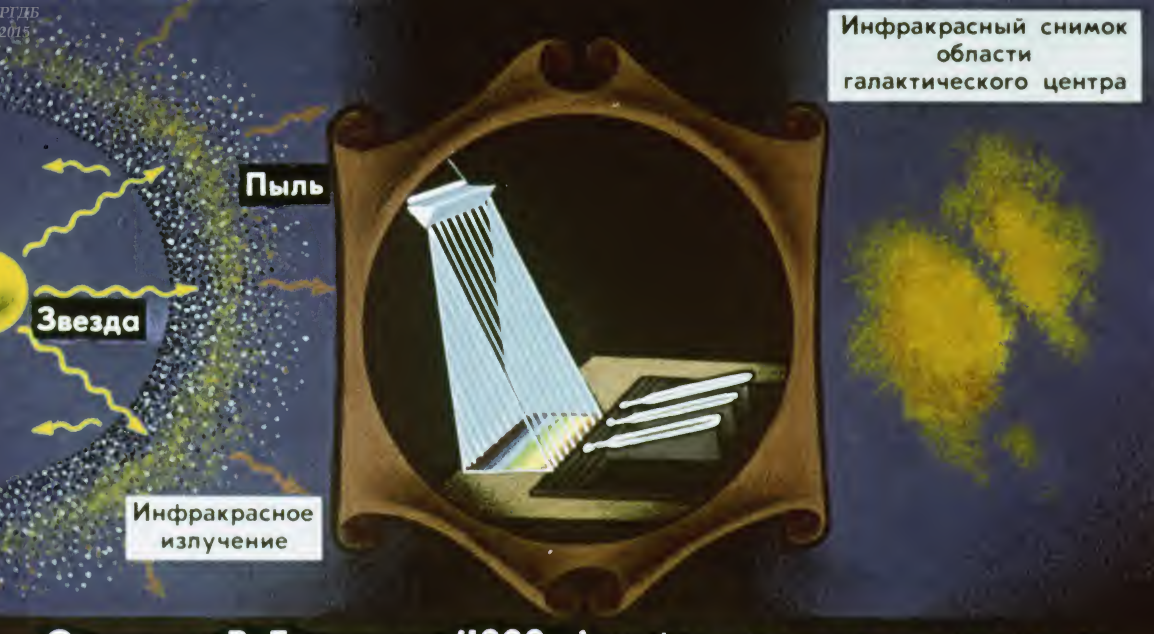

Химическое действие света используется при фотографировании небесных объектов. *Какие преимущества имеют фотографические наблюдения перед визуальными?*
5



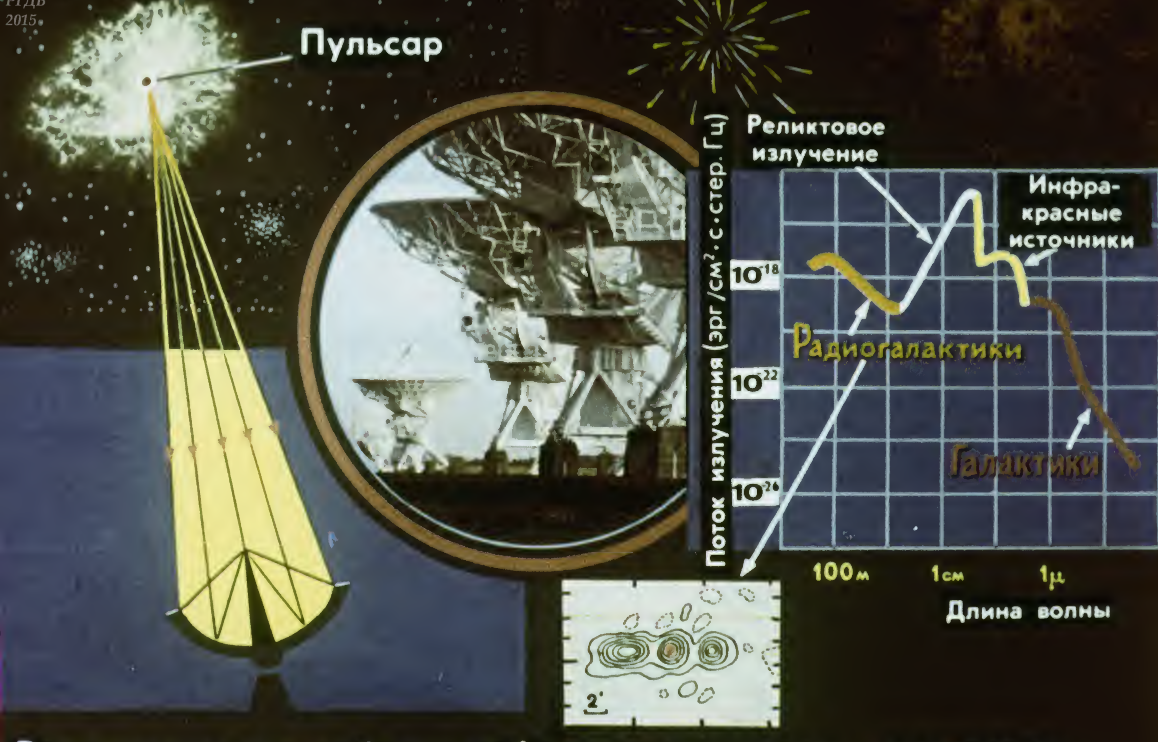
Разложение света положено в основу спектральных наблюдений. *Почему спектральный анализ считается важнейшим методом астрофизических исследований?* 6



Эффект Доплера *(в чем он заключается?)* **помогает проводить также исследования цефеид и спектрально-двойных звезд.**



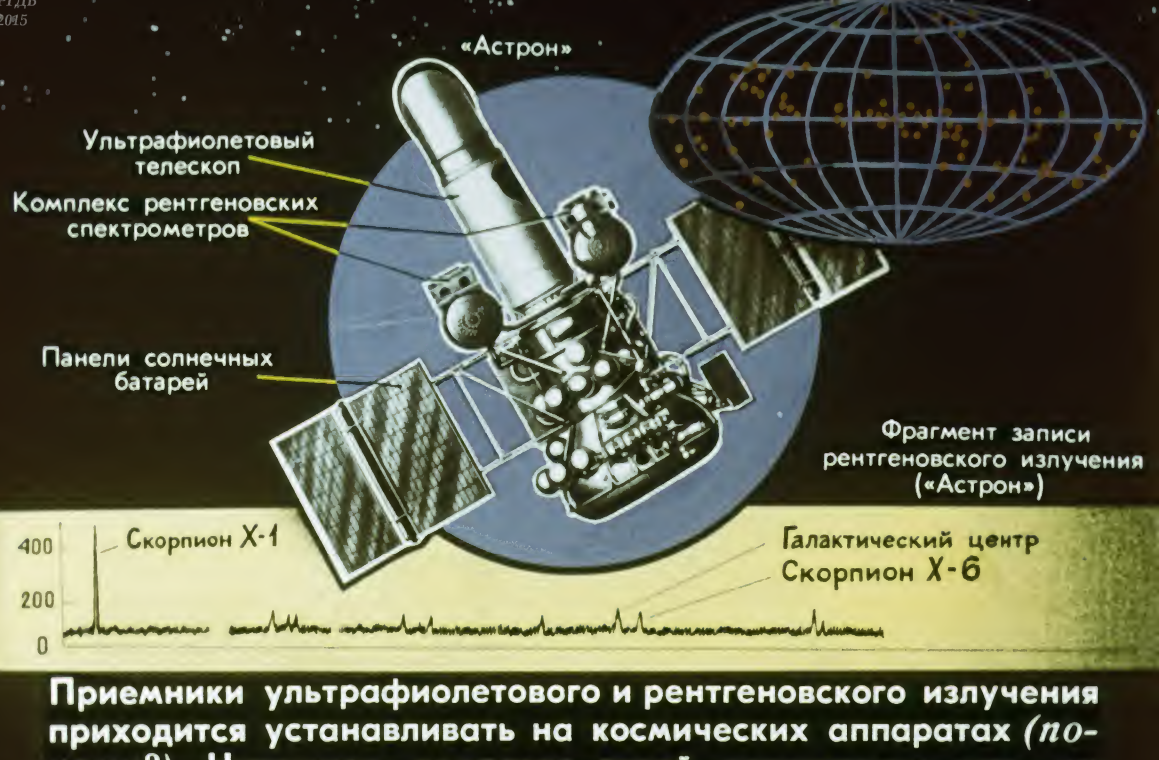
Открытое В. Гершелем (1800 г.) инфракрасное излучение играет огромную роль в астрономии. Значительная часть излучения Солнца приходится на ИК-область. В этом диапазоне астрономы исследуют планеты, звезды, протозвезды, туманности и галактики.



Радиоизлучение небесных объектов улавливают радиотелескопы. *Какие вы знаете наиболее важные радиоастрономические открытия?*



Наземные и спутниковые радиолокационные наблюдения *(в чем их сущность?)* позволили не только уточнить расстояния до тел Солнечной системы, но и «увидеть» скрытую от нас поверхность Венеры.



Приемники ультрафиолетового и рентгеновского излучения приходится устанавливать на космических аппаратах *(почему?)*. Например, комплекс такой аппаратуры есть на советской орбитальной станции «Астрон», запущенной в марте 1983 года.

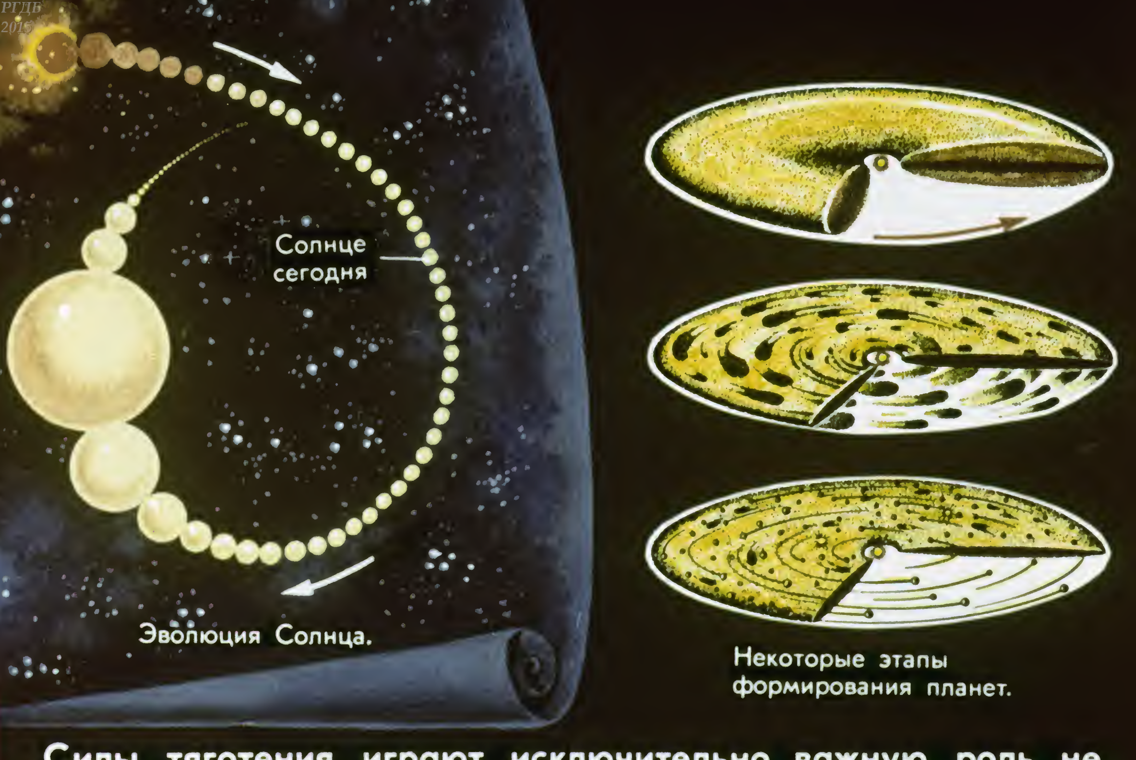
$$4\,{}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + 2e^{+} + 2\nu + 26{,}7\ МэВ$$



А телескопы, способные зарегистрировать нейтрино от Солнца (по реакциям с хлором или галлием), находятся в глубоких шахтах. *Почему?*



Итак, физика обогащает астрономию методами наблюдений. Законы физики лежат в основе теоретических представлений о происходящих во Вселенной процессах.



Силы тяготения играют исключительно важную роль не только в движении небесных тел, но и в их эволюции. *Как связано с этими силами формирование звезд и планет?*

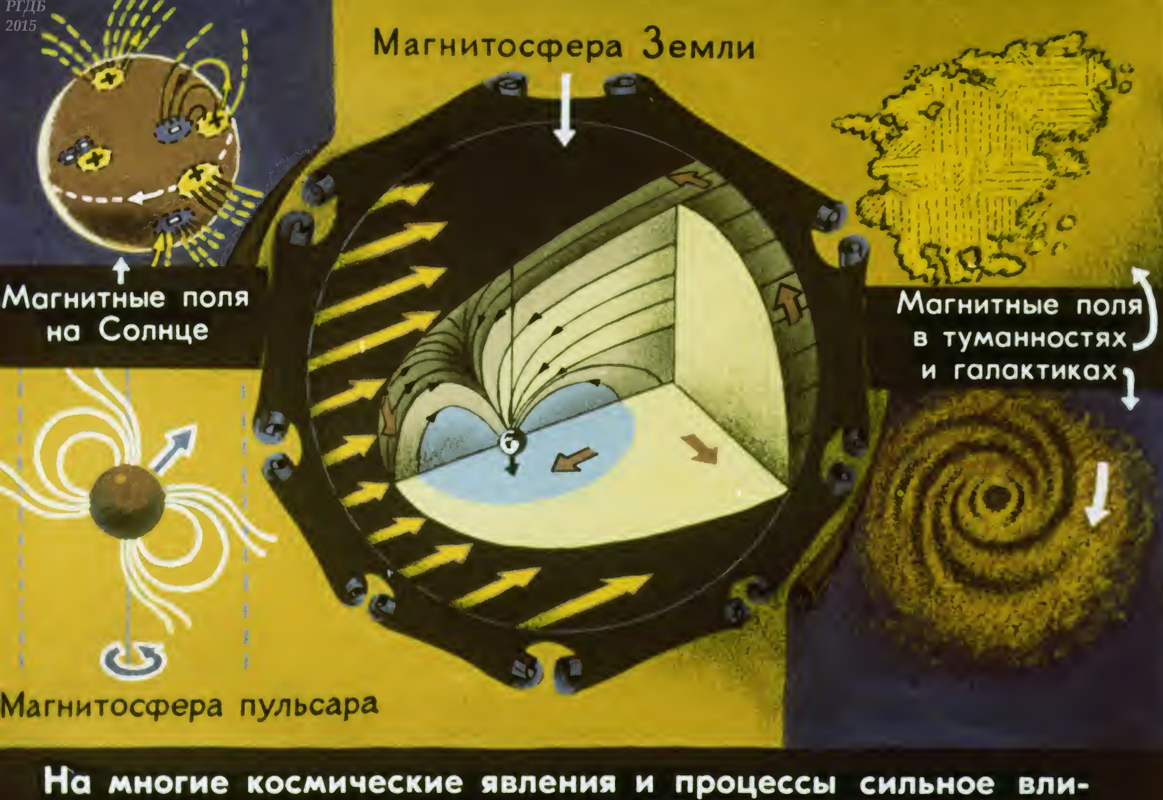

1 M☉
2 M☉
10 M☉
Взрыв сверхновой
Белый карлик
Нейтронная звезда
«Черная дыра»
Какова роль сил тяготения на последних этапах эволюции звезд различных масс?



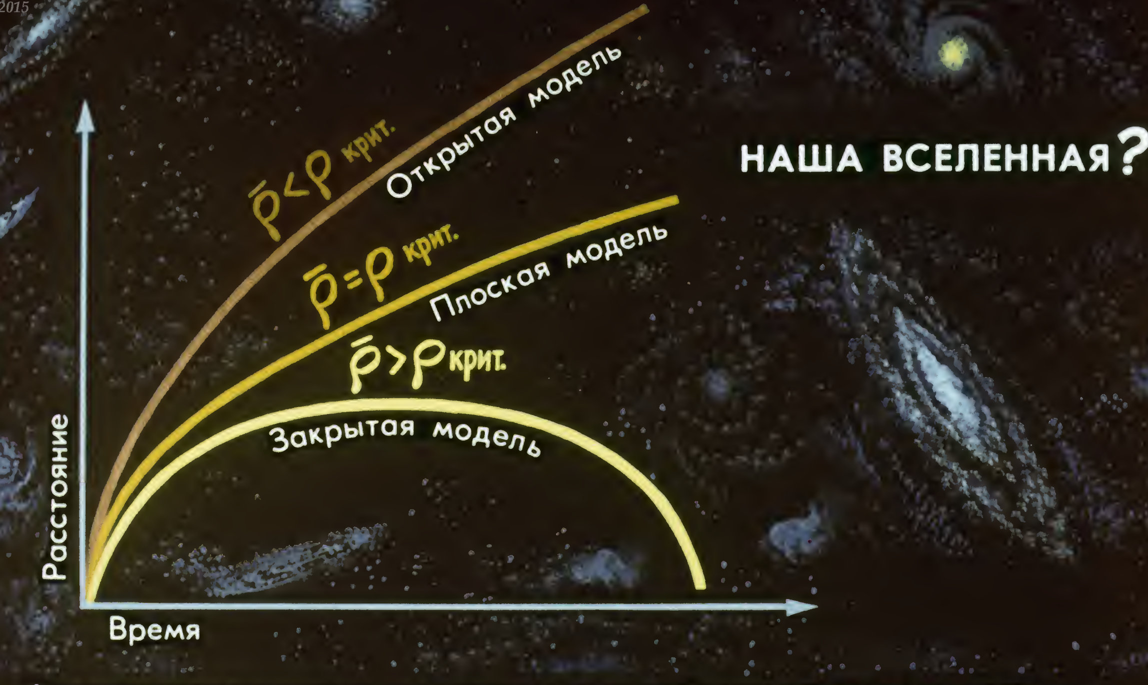
В реальных физических процессах одновременно действуют силы различной природы. *Вспомните, например: чем обеспечивается равновесие звезд? Или: почему хвосты комет направлены в сторону от Солнца?*



Рассмотрите процессы, в результате которых энергия вырабатывается в недрах Солнца и передается к фотосфере.

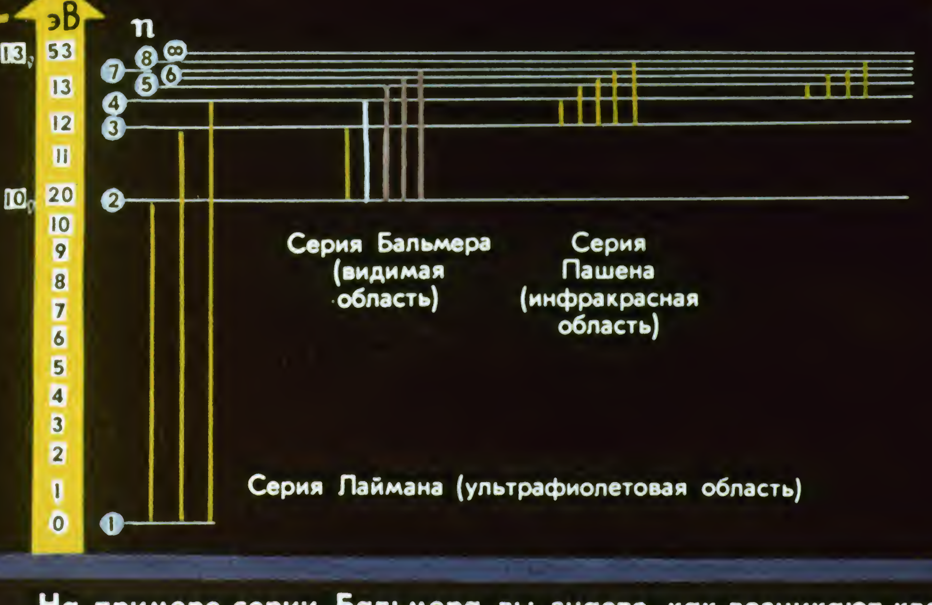


На многие космические явления и процессы сильное влияние оказывают магнитные поля.



Физика элементарных частиц и ядерная физика позволили воссоздать картину раннего этапа эволюции Метагалактики. А современная космология, в основу которой положены законы физики, дает возможность рассмотреть вероятные пути эволюции Метагалактики в далеком будущем. *Каковы они?*

I* Дополнительный материал



На примере серии Бальмера вы знаете, как возникают кванты видимого излучения в спектрах водорода. ***Посмотрите, какие переходы порождают ультрафиолетовое (серия Лаймана) и инфракрасное (серия Пашена) излучение.***



Ионизированный и нейтральный водород способен излучать радиоволны. Если атом нейтрального водорода, в котором спины протона и электрона параллельны, переходит в состояние с антипараллельными спинами, возникает радиоизлучение с длиной волны 21 см. ***Какое это имеет значение для исследования Галактики?***



Еще один важный пример возникновения нетеплового космического радиоизлучения: релятивистские электроны движутся вокруг силовых линий магнитных полей и создают синхротронное излучение. *Где оно встречается во Вселенной?*



X - Квант

Один из нетепловых механизмов рентгеновского излучения

X - Квант

ИК - Квант

e

p

Электрон

Протон

–

+

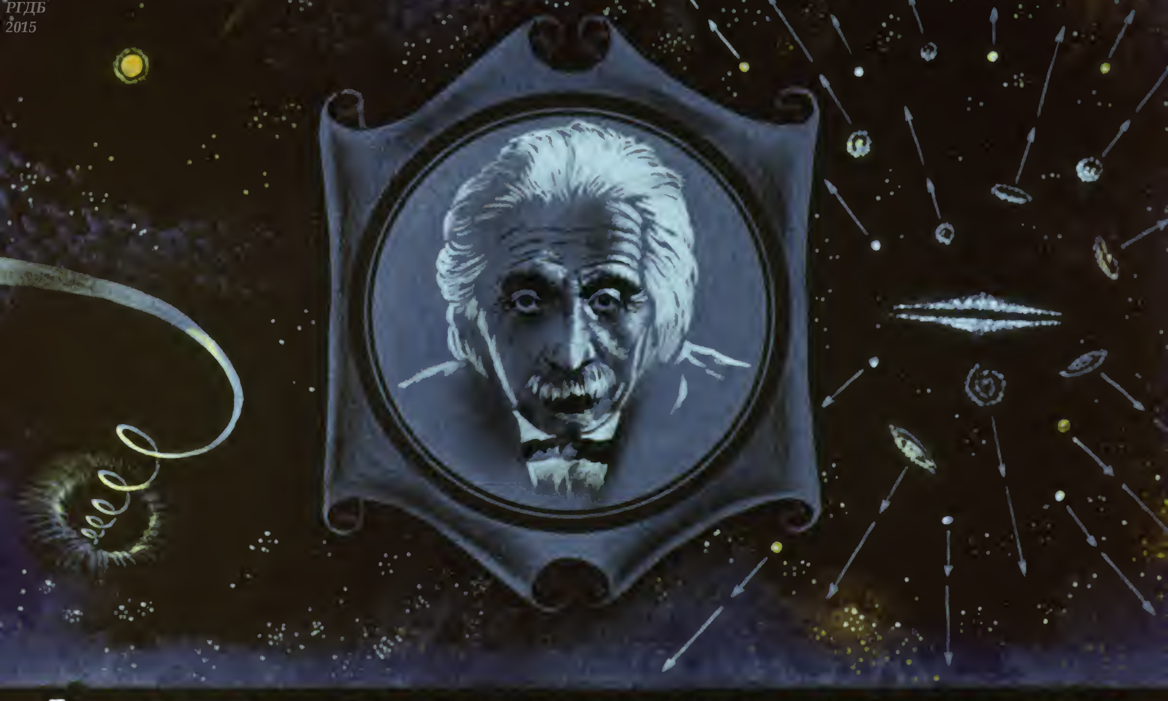
–e

–e

Релятивистский электрон

Возникновение рентгеновского излучения в горячей разреженной плазме.

Рентгеновское излучение также возникает в результате различных тепловых и нетепловых процессов.



Для описания полей тяготения, создаваемых огромными массами вещества, используется общая теория относительности Эйнштейна. Эффекты этой теории приходится прежде всего учитывать в современной космологии и при изучении таких объектов, как нейтронные звезды и «черные дыры».

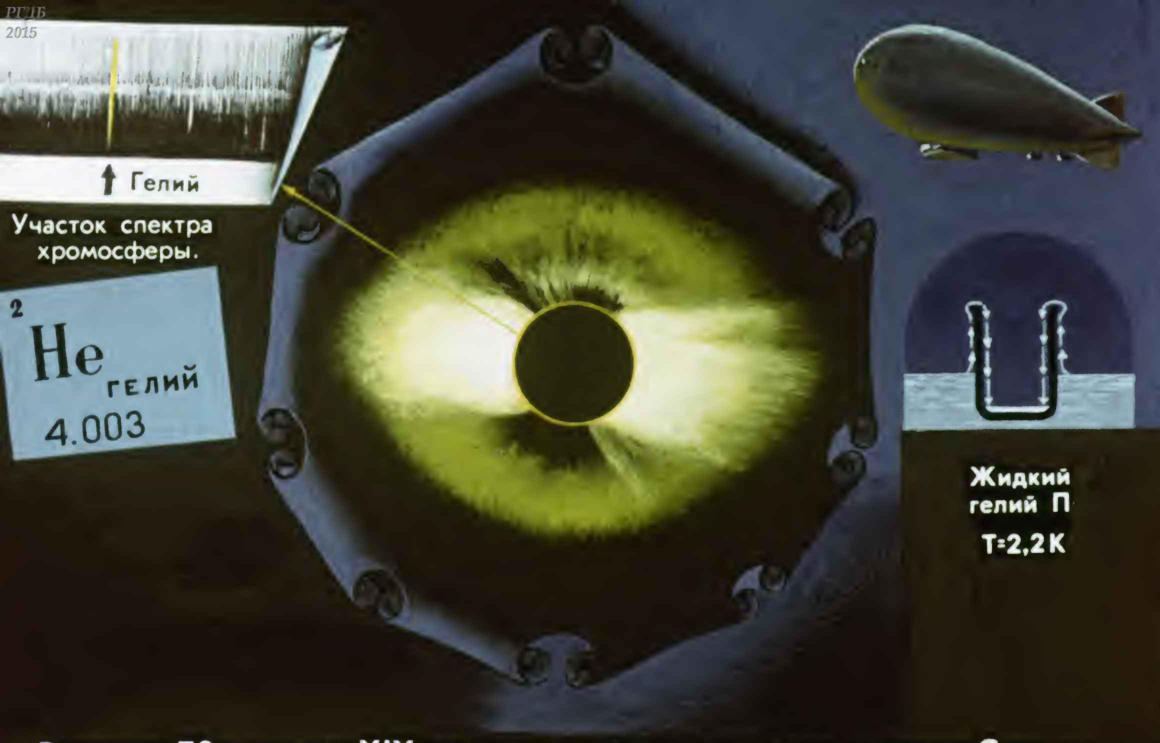
II. Чем астрономия обогащает физику



Для физики Вселенная представляет собой «космическую лабораторию», в которой делаются открытия и исследуются процессы и явления, проверяются фундаментальные открытия. Еще в XVII веке датский астроном Ремер определил скорость света. *Как он это сделал?*



Этот кадр напоминает вам, что закон всемирного тяготения Ньютон открыл, исходя из анализа законов Кеплера и отождествления силы тяжести на Земле с силой, удерживающей Луну на орбите.



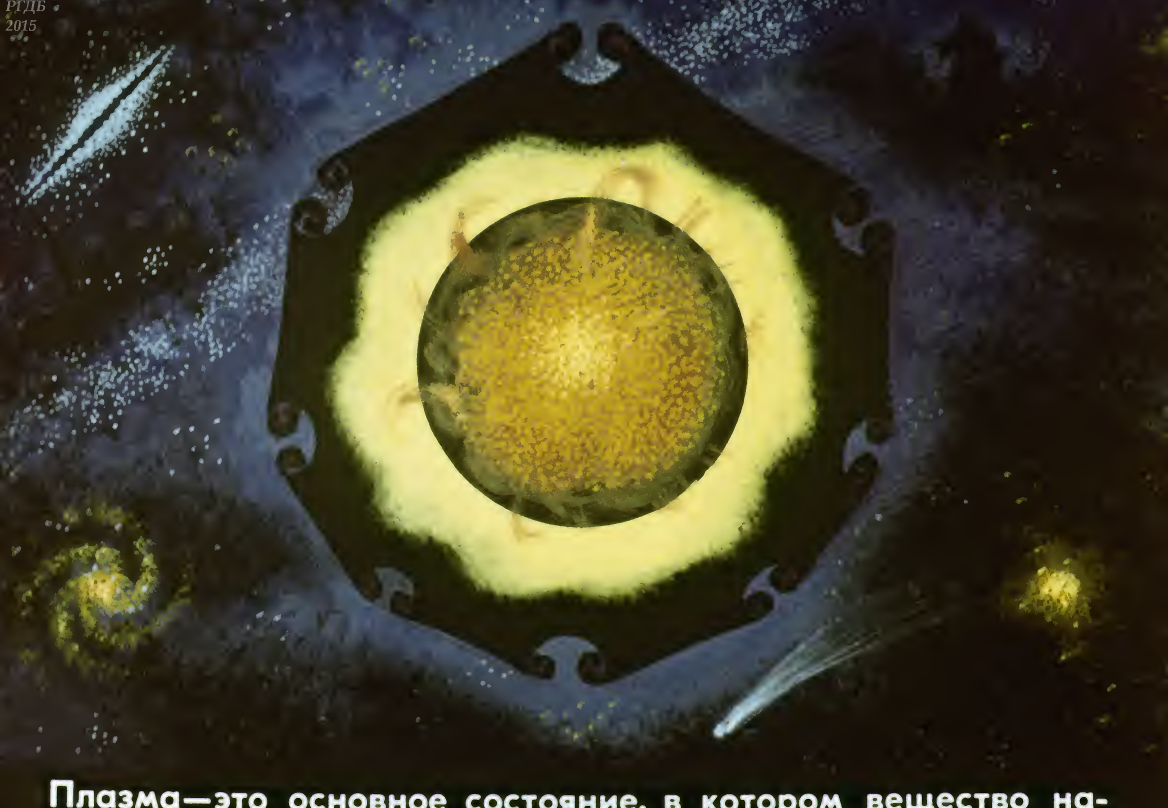
В конце 70-х годов XIX века астрономы, исследуя спектр Солнца во время затмения, открыли гелий («солнечный газ»), который лишь через 25 лет был обнаружен на Земле и еще долго относился к числу очень редких элементов.



Идея о термоядерных реакциях как неисчерпаемом источнике энергии появилась в XX веке в связи с поисками источников энергии звезд. *Рассмотрите основные реакции протон-протонного цикла.*



Космология и астрофизика позволяют ответить на вопрос о происхождении химических элементов.



Плазма—это основное состояние, в котором вещество находится во Вселенной. *Где же она там встречается?*



Плазма во Вселенной наблюдается в недостижимых на Земле условиях, для которых характерны экстремальные значения температуры, плотности и других физических параметров.



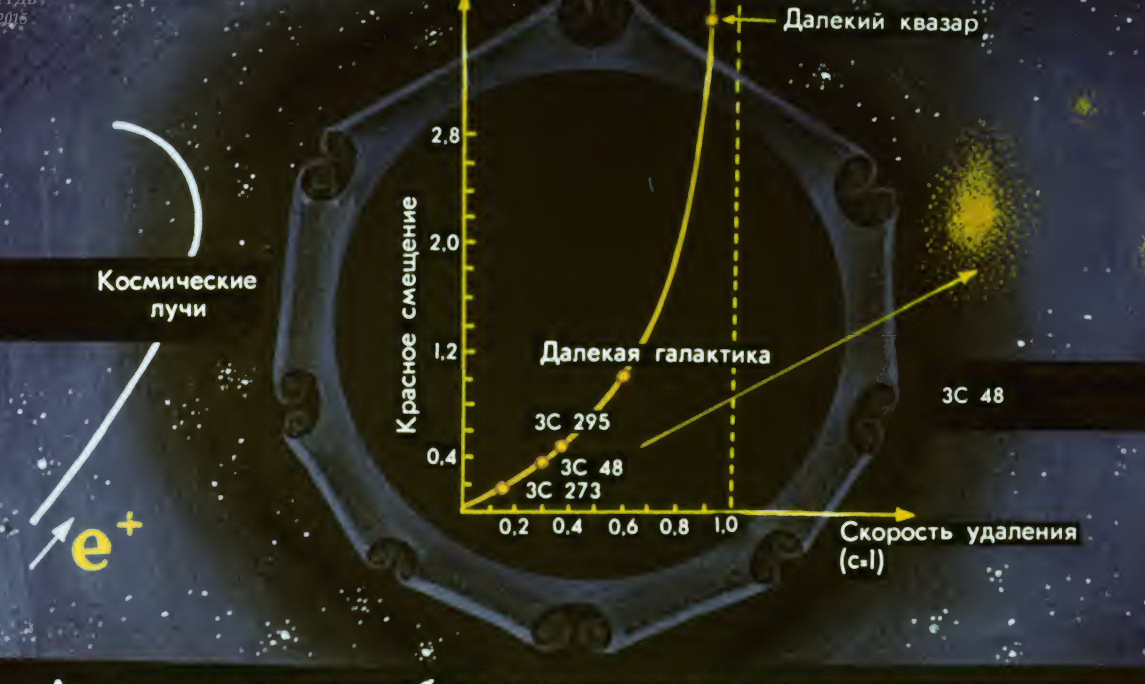
Магнитные поля, с трудом уловимые в межзвездных и межгалактических пространствах, колоссальны на поверхности нейтронных звезд.



Огромное значение для физики имело открытие нейтронных звезд, которые позволяют проверять теории, относящиеся к различным областям физики — от сверхтекучести до общей теории относительности. *Какие вы знаете свойства нейтронных звезд?*



В 20-х годах XX века было доказано внеземное происхождение космических лучей, а в 30—40-х годах в космических лучах были открыты позитроны, несколько сортов мезонов и других новых элементарных частиц. До сих пор эти «лучи» остаются единственным источником частиц сверхвысоких энергий (10^{20} - 10^{22} эВ). *Сравните с энергией, приобретаемой частицами в современных ускорителях.*



Астрономические наблюдения подтверждают специальную теорию относительности (СТО), согласно которой не может быть скорости больше скорости света. ***Каковы наибольшие скорости во Вселенной?***



Гравитационное поле Солнца искривляет лучи света звезд. Это явление, неоднократно наблюдавшееся во время полных солнечных затмений, относится к числу классических подтверждений общей теории относительности (ОТО).



Теория тяготения Эйнштейна подтверждает и наблюдаемое астрономами смещение перигелия орбиты Меркурия, равное 42″ в столетие!



С нетерпением ожидают физики открытия «черных дыр» в двойных звездных системах, а также в шаровых звездных скоплениях и ядрах галактик. Обнаружение этих объектов доказало бы справедливость ОТО и продемонстрировало бы необычайную сложность структуры пространства и времени.

II* Дополнительный материал



Облака частиц, выброшенные квазарами, движутся со скоростями, близкими к скорости света ($V \approx c$, но $V < c$!) Если движение происходит под малым углом к лучу зрения (α), то *видимая* скорость ($V_\perp$), может *казаться* сколь угодно большой. Это следует из рассмотрения треугольника ABC, в котором A и B—последовательные положения облака, а $V_\perp = c \cdot ctg \frac{\alpha}{2}$, т. е. при $\alpha \to 0$, $V_\perp \to \infty$.



Принцип радиолокационных наблюдений планет с поверхности Земли.

Многократная радиолокация Венеры и Марса.

Недавно в СССР разработана теория движения планет, предсказывающая с большой точностью их положение на много лет вперед. В основе теории—данные радиолокационных измерений расстояний и учет эффектов ОТО. Поэтому новая теория считается *глобальным* подтверждением ОТО.



Астрономы помогают физикам, открывая и другие явления, предсказанные теорией Эйнштейна. Например, предполагается, что галактики, оказавшиеся на пути лучей света от далеких квазаров, могут играть роль «гравитационных линз». Возможно, поэтому иногда наблюдаются «двойные» и «тройные» квазары.



Идет поиск «гравитационных волн». Их всплески должны сопровождать движение компонентов двойных звезд (1), вращение нейтронных звезд (2), столкновения звезд в центре Галактики (3)... Но это излучение обладает малой интенсивностью и почти не взаимодействует с веществом. Поэтому оно пока не обнаружено.



КОНЕЦ

Диафильм по астрономии для X класса создан по программе, утвержденной Министерством просвещения СССР

Автор
кандидат педагогических наук
Е. ЛЕВИТАН
Художник
С. ВОЛКОВ
Художественный редактор
В. ПЛЕВИН
Редактор
В. ЧЕРНИНА

103062, Москва, Старосадский пер., 7
Д-138-85 Цветной 0-30